

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 08222801 A

(43) Date of publication of application: 30 . 08 . 96

(51) Int. Cl

**H01S 3/18**

(21) Application number: 07029039

(71) Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22) Date of filing: 17 . 02 . 95

(72) Inventor: KATO MOTOKO

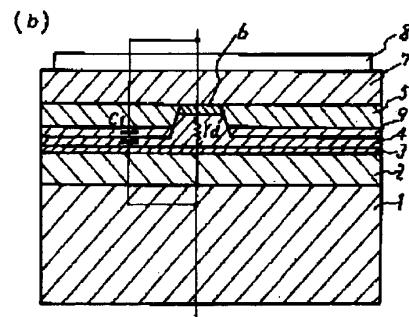
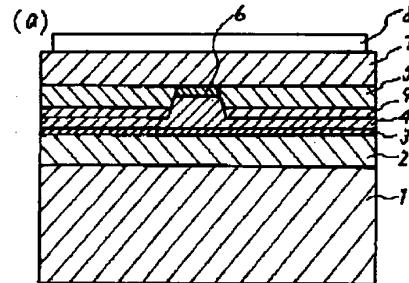
## (54) SEMICONDUCTOR LASER

## (57) Abstract:

PURPOSE: To attain a high speed by reducing the capacitance of a visible light semiconductor laser.

CONSTITUTION: This semiconductor laser has a structure constructed by forming a lower clad layer 2 of n-AlGInP, an active layer 3 of InGaP and an upper clad layer 4 having a ridge part of p-AlGInP sequentially on an N-type GaAs substrate 1, by forming a GaAs low-carrier-concentration layer 9 on the lateral side of the ridge part of the upper clad layer 4 and by forming a block layer 5 of n-GaAs further on the layer 9. By forming the GaAs low-carrier-concentration layer between the upper clad layer and the block layer, the capacitance is reduced, a cutoff frequency is made high and thereby a high speed is attained.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-222801

(43)公開日 平成8年(1996)8月30日

(51)Int.Cl.  
H01S 3/18

識別記号 庁内整理番号

FI  
H01S 3/18

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数11 OL (全5頁)

(21)出願番号

特願平7-29039

(22)出願日

平成7年(1995)2月17日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 加藤 素子

伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社  
光・マイクロ波デバイス開発研究所内

(74)代理人 弁理士 大岩 増雄

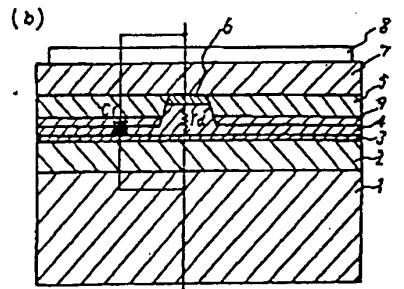
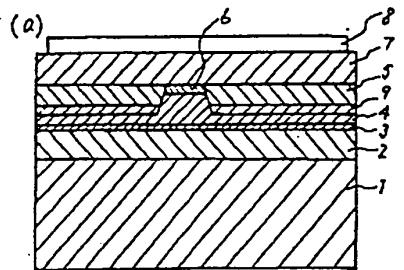
(54)【発明の名称】 半導体レーザ

## (57)【要約】

【目的】 可視光半導体レーザの容量を低減することにより、高速化を図る。

【構成】 n型GaN基板1上に、n-AlGaNInPの下クラッド層2、InGaNの活性層3、p-AlGaNInPのリッジ部をもつ上クラッド層4が順次形成され、この上クラッド層4の上のリッジ部側面にGaN低キャリア濃度層9を形成し、さらにその上にn-GaNのブロック層5が形成された構造をもつ。

【効果】 上クラッド層とブロック層との間にGaN低キャリア濃度層を形成することにより、容量を低減させ、遮断周波数を高くして高速化する。



1:n型GaN基板 6:p-InGaNInP下クラッド層  
2:n-AlGaNInPの下クラッド層 7:p-GaNのブロック層  
3:InGaNの活性層 8:P電極  
4:p-AlGaNInPの上クラッド層 9:GaN低キャリア濃度層  
5:n-GaNのブロック層

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 活性層、この活性層の下側に設けられた第一導電型の下クラッド層、上記活性層の上側に設けられ、リッジ部を有する第二導電型の上クラッド層、この上クラッド層のリッジ部側面に形成され、低キャリア濃度層を含む第一導電型のブロック層を備えたことを特徴とする半導体レーザ。

【請求項2】 活性層はInGaPからなり、下クラッド層及び上クラッド層は、AlGaInPからなることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ。

【請求項3】 ブロック層はGaAsからなり、低キャリア濃度層は、GaAs低キャリア濃度層であり、 $10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下のキャリア濃度であることを特徴とする請求項1または請求項2記載の半導体レーザ。

【請求項4】 GaAs低キャリア濃度層の厚さは、 $0.1 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項3記載の半導体レーザ。

【請求項5】 ブロック層はGaAsからなり、低キャリア濃度層は、GaAsアンドープ層であることを特徴とする請求項1または請求項2記載の半導体レーザ。

【請求項6】 GaAsアンドープ層の厚さは、 $0.1 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項5記載の半導体レーザ。

【請求項7】 活性層、この活性層の下側に設けられた第一導電型の下クラッド層、上記活性層の上側に設けられ、リッジ部を有する第二導電型の上クラッド層、この上クラッド層のリッジ部側面に形成され、第二導電型の挿入層を含む第一導電型のブロック層を備えたことを特徴とする半導体レーザ。

【請求項8】 活性層はInGaPからなり、下クラッド層及び上クラッド層は、AlGaInPからなることを特徴とする請求項7記載の半導体レーザ。

【請求項9】 ブロック層及びブロック層の挿入層はGaAsからなることを特徴とする請求項7または請求項8記載の半導体レーザ。

【請求項10】 第一導電型がn型であり、第二導電型がp型であることを特徴とする請求項1乃至請求項9のいずれか一項記載の半導体レーザ。

【請求項11】 第一導電型がp型であり、第二導電型がn型であることを特徴とする請求項1乃至請求項9のいずれか一項記載の半導体レーザ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は高速作動する埋め込みリッジ型の可視光半導体レーザに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 図5は、従来の可視光半導体レーザの共振器の垂直方向の構造を示し、(a)は断面図、(b)はその等価回路図である。図において、1はn型GaAs基板、2はn型GaAs基板1上に形成されたキャリ

ア濃度 $3.0 \sim 5.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ $1 \sim 2 \mu\text{m}$ のn-AlGaInPの下クラッド層、3はInGaPの活性層、4はキャリア濃度 $10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下、厚さ $0.3 \sim 0.5 \mu\text{m}$ のp-AlGaInPの断面中央にリッジ部を有する上クラッド層で、n型GaAs基板1上に順次形成される。5はリッジ部側面の上クラッド層4上に形成されたキャリア濃度 $10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下、厚さ $1.0 \mu\text{m}$ 以下のn-GaAsのブロック層、6は上クラッド層4のリッジ部上部に形成されたキャリア濃度 $10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下、厚さ $0.5 \mu\text{m}$ 以下のp-InGaPのキャップ層で、上面がブロック層5の上面と同じ面を形成する。7はブロック層5上に形成されたキャリア濃度 $10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下、厚さ $3 \mu\text{m}$ 以下のp-GaAsのコンタクト層、8はコンタクト層7の上に形成されたp電極である。また図5(b)のrdはn型GaAs基板1とp電極8間の抵抗、cは容量を示す。

【0003】 このような従来の半導体レーザに、順方向の電圧を印加すると、リッジ部の両側に形成されているpn接合は逆バイアス状態となり、電流は有効にリッジ部にのみ集中して流れ、低電流での動作が可能になる。しかし、電流集中に逆バイアスのpn接合を用いているため、pn接合は、大きな容量をもつ。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 半導体レーザは、光通信や光情報処理用の光源として用いられており、できるだけ低電流でまた高速駆動できる（高域遮断周波数fcが大きい）ことが望まれている。半導体レーザの遮断周波数fcは $f_c = 1 / (2\pi c r d)$ で表わされることが知られているが、可視光半導体レーザは、従来の短波半導体レーザに比べ、図5(b)に示すrdの値が高いため、高周波特性が悪かった。

【0005】 この発明はこのような従来の半導体レーザのものも課題を解決するためになされたもので、図5(b)における容量cを低減することにより、高速化を図ったものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 この発明に係わる半導体レーザにおいては、活性層の下側に設けられた第一導電型の下クラッド層と、活性層の上側に設けられ、リッジ部を有する第二導電型の上クラッド層と、この上クラッド層のリッジ部側面に形成され、低キャリア濃度層を含む第一導電型のブロック層を備えたものである。また、活性層はInGaPからなり、下クラッド層及び上クラッド層は、AlGaInPからなるものである。また、ブロック層はGaAsからなり、低キャリア濃度層は、 $10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下のキャリア濃度のGaAs低キャリア濃度層としたものである。さらに、GaAs低キャリア濃度層の厚さを、 $0.1 \mu\text{m}$ 以上としたものである。

【0007】 また、ブロック層はGaAsからなり、低キャリア濃度層を、GaAsアンドープ層としたもので

ある。また、GaAsアンドープ層の厚さを、0.1μm以上としたものである。加えて、活性層の下側に設けられた第一導電型の下クラッド層と、活性層の上側に設けられ、リッジ部を有する第二導電型の上クラッド層と、この上クラッド層のリッジ部側面に形成され、第二導電型の挿入層を含む第一導電型のブロック層を備えたものである。また、活性層をInGaPとし、下クラッド層及び上クラッド層を、AlGaInPとしたものである。また、ブロック層及びブロック層の挿入層はGaAsからなるものである。さらにまた、第一導電型をn型とし、第二導電型をp型としたものである。また、第一導電型をp型とし、第二導電型をn型としたものである。

#### 【0008】

【作用】上記のように構成された半導体レーザにおいては、活性層の上側に設けられ、リッジ部を有する第二導電型の上クラッド層のリッジ部側面に形成された第一導電型のブロック層が低キャリア濃度層を含むようにし、容量cを低減させる。また、ブロック層はGaAsからなり、低キャリア濃度層のキャリア濃度を、 $10^{14} \text{ cm}^{-3}$ 以下として、容量cの低減を確実にしている。さらに、GaAs低キャリア濃度層の厚さを、0.1μm以

$$C_1 = (-K \epsilon_n q / (2 (1/N_n + 1/N_s) V))^{1/2} \dots \quad (1)$$

$$f_c = 1 / (2 \pi c_1 r d) \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (2)$$

但し、

N<sub>n</sub>：ドナーのキャリア濃度

N<sub>s</sub>：アクセプタのキャリア濃度

V：電圧

K：比誘電率

ε<sub>n</sub>：真空誘電率

q：電荷量

f<sub>c</sub>：遮断周波数

【0011】実施例1では、GaAs低キャリア濃度層9を上クラッド層4とブロック層5との間に挿入しているため、従来より容量Cを低減させることができる。これにより、遮断周波数f<sub>c</sub>が高くなり、高速化を実現させることができる。

【0012】図3は、この発明の実施例1による改善効率の計算例のグラフである。横軸にGaAs低キャリア濃度層9のキャリア濃度、縦軸に、従来の遮断周波数f<sub>c</sub>（従来）を基準として、これに対する遮断周波数f<sub>c</sub>の改善効率f<sub>c</sub>/f<sub>c</sub>（従来）をとっている。この図3に示す計算例のパラメータは次のように設定されている。

V: 7V

r<sub>d</sub>: 10Ω以下

上クラッド層4のキャリア濃度:  $10^{14} \text{ cm}^{-3}$ 以下

C<sub>1</sub>: GaAs低キャリア濃度層9のキャリア濃度によって式(1)より算出

f<sub>c</sub>（従来）: C<sub>1</sub> ~ 170 pFで計算。

上として、空乏層の広がりを無視できる程度にしている。

【0009】また、ブロック層はGaAsからなり、低キャリア濃度層を、GaAsアンドープ層として、容量cの低減を確実にしている。また、GaAsアンドープ層の厚さを、0.1μm以上として、空乏層の広がりを無視できる程度にしている。加えて、活性層の上側に設けられ、リッジ部を有する第二導電型の上クラッド層のリッジ部側面に形成された第一導電型のブロック層が第二導電型の挿入層を含むようにし、p-n接合による容量を直列にして、総容量を低減する。

#### 【0010】

##### 【実施例】

実施例1. 図1は、この発明の実施例1による半導体レーザの共振器の垂直方向の構造を示す(a)は断面図、(b)はその等価回路図である。図において、1~8は上記従来装置と同一のものであり、その説明を省略する。9は上クラッド層4とブロック層5との間に形成されたGaAsアンドープ層等の低キャリア濃度のGaAs低キャリア濃度層である。図1(b)の容量c<sub>1</sub>及び遮断周波数f<sub>c</sub>は次式で表わされる。すなわち、

図3に示すように、上クラッド層4のキャリア濃度を $10^{14} \text{ cm}^{-3}$ 以下にすると、改善効率f<sub>c</sub>/f<sub>c</sub>（従来）は1.5以上になり、700~800MHz以上の高周波動作が可能である。

【0013】なお、GaAs低キャリア濃度層9の厚さは、空乏層の広がりが無視できる程度、例えば、0.1μm以上にすればよい。また、GaAs低キャリア濃度層9はブロック層5の中間に挿入しても同様の効果が得られる。

【0014】実施例2. 図2は、この発明の実施例2による半導体レーザの共振器の垂直方向の構造を示す(a)は断面図、(b)はその等価回路図である。図において、10はn-GaAsのブロック層5の厚み方向の中間に挿入されたp-GaAs層である。C<sub>n</sub>、C<sub>p</sub>はそれぞれp-n接合による容量を示す。実施例2では、p-GaAs層10を、n-GaAsのブロック層5に挿入し、p-n接合による容量C<sub>n</sub>、C<sub>p</sub>を直列にし、総容量を低減させることにより、高速化を実現することができる。

【0015】図4は、この発明の実施例2による改善効率の計算例のグラフである。横軸に、p-GaAs層10のキャリア濃度、縦軸に、従来の遮断周波数f<sub>c</sub>（従来）を基準として、これに対する遮断周波数f<sub>c</sub>の改善効率f<sub>c</sub>/f<sub>c</sub>（従来）をとっている。この図4に示す計算例のパラメータは、次のように設定されている。

V : 7 V

r d : 10 Ω以下

上クラッド層4のキャリア濃度 :  $10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下

C<sub>n</sub> : ~170 pF

C<sub>n</sub> : p-GaAs層10のキャリア濃度によって式

(1) より算出

f c (従来) : c<sub>n</sub> = 0 pF で計算

【0016】実施例3. 実施例1では、n型GaAs基板を用いて可視光半導体レーザを作成しているが、p型GaAs基板を用い、各層のp型とn型を逆転させ、ブロック層にGaAs低キャリア濃度層を挿入することによっても、同様の効果が得られる。

【0017】実施例4. 実施例2では、n型GaAs基板を用いて可視光半導体レーザを作成しているが、p型GaAs基板を用い、各層のp型とn型を逆転させた構造の可視光半導体レーザを作成しても同様の効果が得られる。

【0018】

【発明の効果】この発明は、以上説明したように構成されているので、以下に示すような効果を奏する。活性層の上側に設けられ、リッジ部を有する第二導電型の上クラッド層のリッジ部側面に形成された第一導電型のブロック層が低キャリア濃度層を含むようにし、容量cを低減させているので、遮断周波数が高くなり、高速化を実現できる。また、ブロック層はGaAsからなり、低キャリア濃度層のキャリア濃度を、 $10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下として、容量cの低減を確実にしたので、高速化を実現できる。

【0019】さらに、GaAs低キャリア濃度層の厚さ

を、0.1 μm以上として、空乏層の広がりを無視できる程度にした効果がある。また、ブロック層はGaAsからなり、低キャリア濃度層を、GaAsアンドープ層として、容量cの低減を確実にしたので、高速化を実現できる。また、GaAsアンドープ層の厚さを、0.1 μm以上として、空乏層の広がりを無視できる程度にした効果がある。加えて、活性層の上側に設けられ、リッジ部を有する第二導電型の上クラッド層のリッジ部側面に形成された第一導電型のブロック層が第二導電型の挿入層を含むようにし、p-n接合による容量を直列にして、総容量を低減したので、遮断周波数が高くなり、高速化を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例1による可視光半導体レーザを示す(a)は断面図、(b)はその等価回路図である。

【図2】この発明の実施例2による可視光半導体レーザを示す(a)は断面図、(b)はその等価回路図である。

【図3】この発明の実施例1による改善効率率の計算例のグラフである。

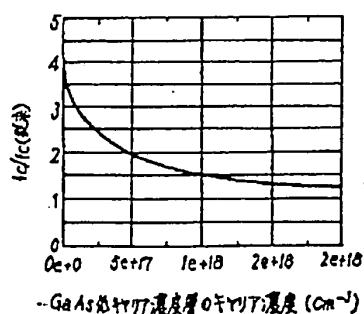
【図4】この発明の実施例2による改善効率率の計算例のグラフである。

【図5】従来の可視光半導体レーザを示す(a)は断面図、(b)はその等価回路図である。

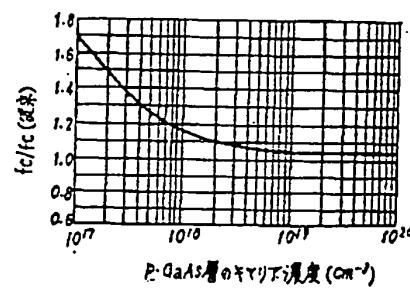
【符号の説明】

1 n型GaAs基板、2 下クラッド層、3 活性層、4 上クラッド層、5 ブロック層、9 GaAs低キャリア濃度層、10 p型GaAs層

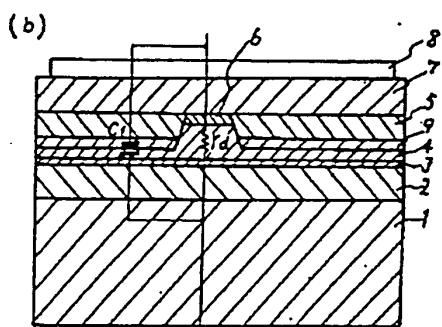
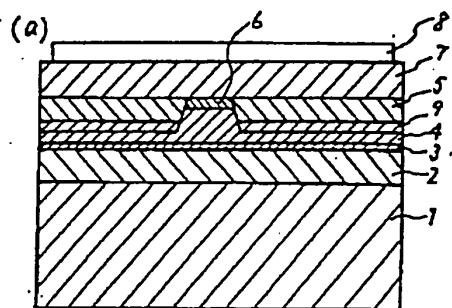
【図3】



【図4】

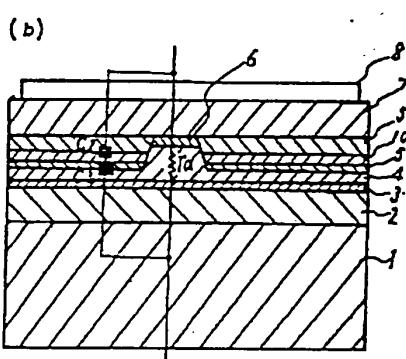
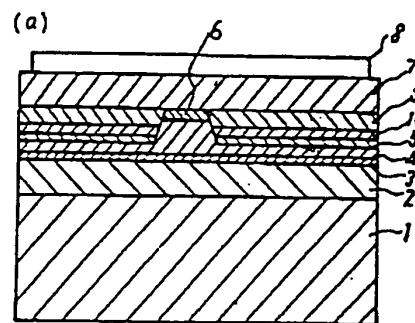


【図1】



1: n型GaAs基板  
 2: n-AlGaInPの下クラッジ層  
 3: InGaPの活性層  
 4: p-AlGaInPの上クラッジ層  
 5: n-GaAsのブロック層  
 6: p-InGaPのキャップ層  
 7: p-GaAsのコントタクト層  
 8: p電極

【図2】



【図5】

